

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: 84108021.1

51 Int. Cl.⁴: **H 05 B 7/06**
F 27 D 11/10

22 Anmeldetag: 09.07.84

30 Priorität: 28.07.83 CH 4133/83

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
06.03.85 Patentblatt 85/10

84 Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE FR GB IT LI SE

71 Anmelder: BBC Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie.
Haselstrasse
CH-5401 Baden(CH)

72 Erfinder: Bühler, Karl
Oberdorfstr. 28
CH-5415 Nussbaumen(CH)

54 Schutzanordnung für eine Bodenelektrode eines Gleichstromlichtbogenofens.

57 Um zu vermeiden, dass bei einem unvorhergesehenen Durchbruch des Ofengefäßbodens (4) eines elektrischen Ofens flüssiges Metall mit stromführenden und flüssigkeitsgekühlten Teilen der Bodenelektrode (7a) in Verbindung treten kann, ist als Schutz zwischen dem Ofengefäßboden (4) und diesen ein Abschirmdach (24) angeordnet. Das kegelförmig ausgebildete Abschirmdach (24) ist nach unten offen, vorzugsweise mit dem Ofengefäßboden (4) fest verbunden und mit feuerfestem Werkstoff (12) versehen.

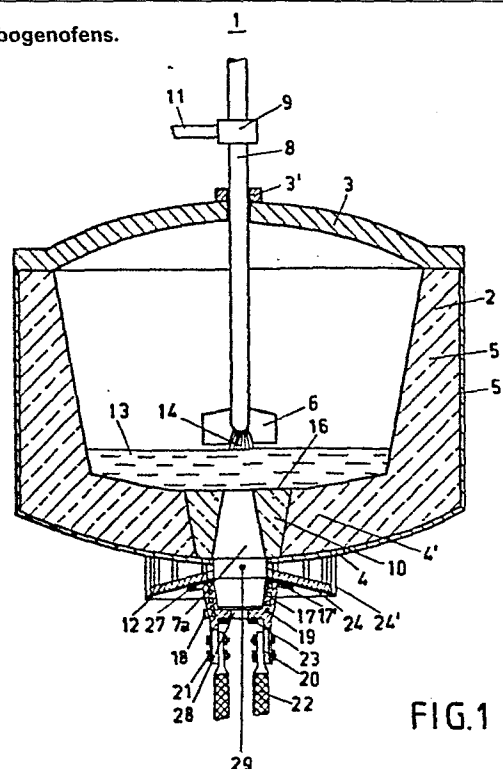


FIG.1

KT/eh
89/83
28.7.83

- 1 -

Schutzanordnung für eine Bodenelektrode
eines Gleichstromlichtbogenofens

Die Erfindung bezieht sich auf einen elektrischen Ofen nach dem Gattungsbegriff des Patentanspruchs 1. Ein derartiger Ofen ist beispielsweise aus der CH-PS 452 730 bekannt.

- 5 Die Fortschritte in der Entwicklung von Halbleiterbauelementen in den vergangenen Jahren waren Anlass dafür, Gleichstromlichtbogenöfen in zunehmendem Ausmass in der Eisen- und Stahlindustrie zur Erschmelzung, vornehmlich von Elektrostahl, einzusetzen.
- 10 Aufbau und Wirkungsweise von Gleichstromlichtbogenöfen sind beispielsweise aus der Zeitschrift "Stahl und Eisen", 103 (1983) Nr. 3, vom 14. Februar 1983, Seiten 133 bis 137 bekannt.

- 15 Zur Optimierung der elektrischen bzw. thermischen Verhältnisse hat es sich beim Gleichstromlichtbogenofen als vorteilhaft erwiesen, den Lichtbogen zwischen einer

oder mehreren oberhalb des Schmelzgutes angeordneten Elektrode(n) und dem Schmelzgut selbst auszubilden. Für die Rückleitung des Gleichstromes ist mindestens eine im Boden des Ofens und mit der Schmelze in Berührung
5 stehende Elektrode, die Bodenelektrode, vorgesehen.

Die Bodenelektrode ist einer anhaltenden sehr hohen thermischen Beanspruchung ausgesetzt, für welche sich Werkstoffe mit einem hohen Erweichungs- und Schmelzpunkt, beispielsweise Graphit, eignen. Bei Verwendung
10 von Kohlenstoffelektroden wird aber die Schmelze einerseits aufgekohlt. Dies ist jedoch insbesondere bei der Herstellung von niedrig gekohlten Stählen unerwünscht. Andererseits wird die Kohlenstoffelektrode aufgezehrt, wodurch der Ofenboden geschwächt und die elektrische
15 Leistungsübertragung ungünstig beeinflusst werden kann.

Nach dem Lösungsvorschlag der CH-PS 452 730 werden Bodenelektroden verwendet, deren mit der Schmelze in Verbindung stehende Zone auch dieselben chemischen Gehalte aufweist, wie die Schmelze selbst. Die Kühlung erfolgt dabei an
20 dem dem Ofengefäß abgewandten Endbereich der Bodenelektrode durch Konvektion mit Luft, wobei dieser Endbereich aus einem Metall mit guten wärmeleitenden und stromführenden Eigenschaften, beispielsweise Kupfer, besteht. Es handelt sich hierbei um eine sogenannte Zweistoff-
25 Bodenelektrode.

Mit dieser luftgekühlten Zweistoff-Bodenelektrode vermeidet man einerseits, dass bei einem eventuellen Durchbruch des Ofenherdes flüssiges Metall mit Flüssigkeit einer Kühlanordnung oder stromführenden Bauteilen der Boden-
30 elektrode unterhalb des Ofengefäßbodens in Kontakt treten kann und schaltet so von vornherein die Gefahr unvorhergesehener schwerwiegender Folgen aus. Andererseits muss aber ein relativ schwacher Kühleffekt in Kauf genommen

werden, der den Anforderungen, die an eine Bodenelektrode im Dauerbetrieb des industriellen Einsatzes gestellt werden, keineswegs gewachsen ist, und zwar aus folgenden Gründen:

5 Der Betrieb eines Lichtbogenofens ist im wesentlichen durch fünf Verfahrensabläufe charakterisiert:

- die Chargierphase ohne Strom; tiefe Temperatur
- die Einschmelzphase hoher Strom; hohe Temperatur
- die Frisch- oder
- 10 Feinungsphase kleiner Strom; hohe Temperatur
- die Abstechphase ohne Strom; hohe Temperatur
- die Nebenzeitphasen ohne Strom; mittlere-tiefe Temperatur

Insbesondere die in der Einschmelzphase entstehende Verlustwärme durch den Strom hat einen grösseren Wärme-
15 flux in der Bodenelektrode und zwar in Richtung Ofengefässboden zur Folge. Zwischen der Chargierphase und Frisch- oder Feinungsphase kann demnach die Intensität des Wärmeangebotes in einem relativ weiten Bereich variieren. D.h. aber auch, dass die in der gekühlten Zone
20 der Bodenelektrode herrschenden Temperaturen ebenfalls in einem relativ weiten Bereich variieren. Der unterschiedliche Wärmefluss in der Bodenelektrode bedeutet bei konstanter Länge der Bodenelektrode eine unterschiedliche Temperaturdifferenz zwischen deren gekühlter und
25 mit der Schmelze in Berührung stehender Zone. Bei grösserem Wärmeangebot ist aber keine höhere Temperaturdifferenz vorhanden, da die Elektrode auf der Innenseite nicht wärmer sein kann als die Schmelzentemperatur. Oder anders ausgedrückt, es kann mehr Wärme nur dann transportiert
30 werden, wenn die Bodenelektrode kürzer wird, d.h. abschmilzt.

Wenn nun, wie es bei Luftkühlung in einem weiten Bereich der Fall ist, die Temperatur der Kühlfläche bei grösserem

Wärmeangebot wesentlich höher ist als bei geringerem Wärmeangebot, so kann die grössere Wärmemenge nur bei noch stärker verkürzter Länge der Bodenelektrode geführt werden, d.h. die Bodenelektrode schmilzt noch mehr ab.

- 5 Daraus folgt, dass sich die Lageänderung der Grenzschicht Flüssig-Fest zwischen Schmelze und Bodenelektrode über eine relativ grosse Länge - in axialer Richtung betrachtet - erstreckt. Diese Lageänderung kann sich einmal in einem "Hineinwachsen" der Bodenelektrode in die Schmelze,
10 oder, wie bereits ausgeführt, in einem Abschmelzvorgang in Richtung Ofengefässboden, äussern.

- Dieser vorstehend geschilderte Vorgang beeinträchtigt die Haltbarkeit der Bodenelektrode in erheblichem Mass und führt zu einer frühzeitigen Zerstörung der die Bodenelektrode umgebenden feuerfesten Auskleidung des Ofengefässbodens. Damit die Bodenelektrode unter derart ungünstigen Betriebsbedingungen überhaupt funktionsfähig
15 ist, muss sie entsprechend überdimensioniert werden. Dies wiederum beeinflusst die Verlustleistung in nachteiliger Weise.
20

- Darüber hinaus ist Kühlerleistung den betrieblichen Erfordernissen anzupassen. Diese kann einmal erhöht werden, durch eine Ueberdimensionierung eines Luftkühlers. Dies würde jedoch auf die Dauer zu unbefriedigenden
25 Ergebnissen führen.

- Andererseits bietet sich eine Flüssigkeitskühlung in hervorragender Weise für die Kühlung einer Bodenelektrode an. Hierbei müssen aber entsprechende Schutzvorkehrungen getroffen werden, damit flüssiges Metall nicht mit Kühlflüssigkeit in Berührung kommt.
30

Aus der CH-PS 596 526 ist eine Bodenelektrode mit Flüssigkeitskühlung bekannt, bei der jedoch die Flüssigkeitskühlvorrichtung sich durch den Ofengefässboden hindurch, weit bis in das Ofeninnere hinein erstreckt.

Diese Anordnung beinhaltet eine erhebliche Gefahr, dass flüssiges Metall mit Kühlflüssigkeit in Berührung kommt, insbesondere dann, wenn die feuerfeste Auskleidung des Ofengefässbodens von Schmelze infiltriert ist.

- 5 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen elektrischen Ofen der eingangs genannten Art zu schaffen, bei dem die Bodenelektrode ausreichend vor austretendem flüssigen Metall bei eventuellen unvorhergesehenen Durchbrüchen des Ofengefässbodens geschützt ist und dadurch
10 ein hohes Mass an betrieblicher Sicherheit bei der Ofenführung gewährleistet ist.

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt durch die im Patentanspruch 1 gekennzeichnete Erfindung.

- 15 Hierdurch wird verhindert, dass bei einem eventuellen Durchbruch des Ofengefässbodens in der Nähe der Bodenelektrode das austretende flüssige Metall an die gekühlten Teile der Bodenelektrode gelangen kann, und abgeleitet wird.

- 20 Darüber hinaus dient das Abschirmdach zum Schutz der Zuleitungsrohre und -schläuche für die Kühlanordnung sowie für die elektrischen Stromzuleitungen etc. Hierbei kann die Bodenelektrode entweder direkt mit Kühlflüssigkeit oder indirekt durch die Kontaktflächen einer separaten Kühlvorrichtung gekühlt werden.

- 25 Bei einer Weiterbildung des Erfindungsgegenstandes gemäss Anspruch 2 und 3 besteht das Abschirmdach aus Metall oder mindestens teilweise aus feuerfestem Material, es ist kegelstumpffartig ausgebildet und mit einer Oeffnung versehen, das Abschirmdach ist nach unten offen und
30 die Bodenelektrode ragt durch die Oeffnung des Abschirm-daches hindurch.

Darüber hinaus ist vorzugsweise mindestens die obere Fläche des Abschirmdaches mit einem Belag aus feuerfestem Werkstoff versehen. Diese konstruktive Anordnung ermöglicht einen einfachen Aufbau der Schutzvorrichtung und
5 bietet ausserdem die Gewähr dafür, dass selbst bei grösseren Mengen austretenden flüssigen Metalls aus dem Ofengefässboden die Kühlanordnung und die elektrischen Anschlussteile der Bodenelektrode ausreichend geschützt sind.

10 Die Weiterbildung der Erfindung gemäss den Ansprüchen 4 und 5 sieht vor, dass die Flüssigkeitskühlvorrichtung als Anschlussstück und vorzugsweise als aus Kupfer bestehende Kontakthülse ausgebildet und mit gegen die Elektrode geschlossenen Kühlkanälen zur Flüssigkeits-
15 kühlung versehen ist. Die Kontaktflächen der Kontakthülse erweitern sich vorzugsweise in Richtung des Ofengefässbodens und die Bodenelektrode ist auf den Kontaktflächen der Kontakthülse abgestützt. Das erfindungsgemässe Abschirmdach mit einer Abdeckung aus feuerfestem Werkstoff über dem Ort der flüssigkeitsgekühlten Kontakthülse
20 und unterhalb des Ofengefässbodens vermeidet auf jeden Fall, dass bei einem eventuellen Ofengefässdurchbruch das flüssige Metall an die flüssigkeitsgekühlten Teile gelangen kann, sondern abgeleitet wird. Weiterhin werden
25 die Zuleitungsrohre oder -schläuche der Flüssigkeitskühlanordnung sowie wassergekühlte Stromzuleitungen vor flüssigem Metall geschützt.

Vorteilhaft ist auch die gemäss der Weiterbildung des Erfindungsgegenstandes vorgeschlagene Anordnung der
30 Flüssigkeitskühlung nur im elektrischen Anschluss-Stück und nicht in der Elektrode selbst, aus sehr gut wärmeleitfähigem Werkstoff, vorzugsweise Kupfer, was einem leichtem Aufschmelzen des Materials durch die Schmelze

entgegenwirkt, bzw. es bei genügend starker Dimensionierung des Kühlflüssigkeitsflusses verunmöglicht (indirekte Kühlung).

5 Als eine weitere Schutzmassnahme ist gemäss der Weiterbildung des Erfindungsgegenstandes eine Temperaturüberwachung an sich bekannter Art der Bodenelektrode selbst, z.B. mittels Thermoelementen, wie Bi-Metallthermostaten oder ähnlichem vorgesehen, wobei ein Vordringen der Schmelze direkt in oder an der Bodenelektrode detektiert
10 wird und sofort Massnahmen, wie z.B. Abstellen der Kühlflüssigkeit oder Abgiessen der Schmelze aus dem Ofen eingeleitet werden können.

Die Erfindung wird nachstehend anhand eines Ausführungsbeispieles in der Zeichnung näher erläutert. Es zeigt:

15 Fig. 1 einen Vertikalschnitt durch den elektrischen Ofen mit einem Ausführungsbeispiel der erfindungsgemässen Bodenelektrode.

Fig. 1 zeigt den Lichtbogenofen 1 mit Ofengefäss 2 und Ofendeckel 3, wobei das Ofengefäss 2 aus dem Gefässboden
20 4, der Gefässwand 5, der feuerfesten Auskleidung des Ofenbodens 4', sowie der feuerfesten Auskleidung der Gefässwand 5' besteht. Oberhalb des Schmelzbades 13 ist eine Kohlenstoffelektrode 8 angeordnet, welche durch eine Oeffnung des Ofendeckels 3 hindurchragt. Zur Kühlung
25 der Elektrode 8 ist ein Kühlring 3' angeordnet. Die Elektrode 8 ist in einer Halterung 9 eines Elektrodentrages 11 gehalten. Der Elektrodentragsarm 11 ist wiederum mit einer in Fig. 1 nicht dargestellten Elektrodenreguliereinrichtung verbunden.

30 In dem Ofengefäss 5, 5' befindet sich eine Ofentür 6 und zwischen der Elektrode 8 und dem Schmelzbad 13 ist ein Lichtbogen 14 ausgebildet.

Im Gefässboden 4, 4' ist die erfindungsgemässe Bodenelektrode 7a zu sehen, welche von dem sie ergänzenden Teil 10 aus feuerfestem Werkstoff hülsenartig umschlossen ist. In der beispielsweise Ausführungsform gemäss Fig. 1 weist die Bodenelektrode 7a eine konische, sich in Richtung des Gefässinneren verjüngende Form auf, welche sich vom Ofengefässboden 4 bis zur Ofenherdfläche 16 erstreckt. Im Gegensatz zur sich verjüngenden Gestalt der Bodenelektrode 7a, erweitert sich der sie ergänzende Teil 10 in Richtung des Gefässinneren hin. Die Bodenelektrode 7a wird unterhalb des Ofengefässbodens 4 durch ein wassergekühltes, als Kontakthülse ausgebildetes Anschlussstück 17 gehalten, welches gleichzeitig zur Verbindung der elektrischen Stromzuführung dient. Die Bodenelektrode 7a ist mittels einer Schraubverbindung 23 an der Stirnfläche des Anschlussstückes 17 befestigt. Die Bodenelektrode 7a liegt mit ihren konisch ausgebildeten Kontaktflächen an den ebenfalls konischen, zum Ofenboden 3 hin sich erweiternden inneren Kontaktflächen der Kontakthülse an, wodurch eine gute elektrische Verbindung und Wärmeleitung zwischen beiden Teilen 7a und 17 hergestellt wird. An dem Anschlussstück 17 sind Kontaktflaschen 20 angeordnet, die einstückig mit der Kontakthülse ausgebildet sind. In Fig. 1 ist ein Teil des elektrischen Stromzuführungskabels 22 zu sehen, das mittels Schraubverbindung 21 mit den Kontaktflaschen 20 des Anschlussstückes 17 verbunden ist. Das Anschlussstück 17 ist mit gegen die Elektrode 7a verschlossenen Kühlkanälen 19 sowie mit einem Kühlkanaleintrittsstutzen 18 versehen. Eine Kühlflüssigkeit, vornehmlich Wasser, wird durch den Eintrittsstutzen 18 den Kühlkanälen 19 zugeführt. Es durchströmt die Kühlkanäle 19 des Anschlussstückes 17 in spiralförmiger Anordnung aufwärts und kühlt somit die Bodenelektrode 7a auf indirekte Weise. Der Kühlflüssigkeitsaustrittsstutzen des Anschlussstückes 17 befindet sich

auf der gleichen Ebene wie der Eintrittsstutzen 18 und ist deshalb in Fig. 1 nicht zu sehen.

Die Halterung der Bodenelektrode 7a geschieht mittels eines Befestigungsteiles, welche aus einem metallischen kegelstumpfbartigen Abschirmdach 24 und vertikalen Halte-
5 traversen 24' besteht, wobei das Abschirmdach 24 in bezug auf die Ofenachse mindestens im wesentlichen zentral und nach unten offen angeordnet und mittels der Halte-
traversen 24' mit dem Ofengefässboden 4 fest verbunden
10 ist. Die Bodenelektrode 7a ragt durch die Oeffnung des Abschirmdaches hindurch und stützt sich auf der Kontakt-
hülse ab, wobei das Anschlussstück 17 unter Einfügung einer elektrisch isolierenden Zwischenschicht 27 an der Unterseite des Abschirmdaches 24 befestigt ist.

15 Bei einer allfälligen Demontage der Bodenelektrode wird nur die Verschraubung 23 gelöst. An die, dem Gefässinneren abgewandten Stirnfläche der Bodenelektrode 7a wird beispielsweise ein in Fig. 1 nicht dargestellter Bolzen einer Auspressvorrichtung durch den Durchbruch 28 in
20 der Stirnfläche 28 des Anschlussstückes 17 auf die Stirnfläche der Bodenelektrode 7a aufgesetzt und auf die Bodenelektrode 7a, mitsamt dem sie ergänzenden Teil 10 eine für den Ausstossvorgang erforderliche Kraft aufgebracht. Auf diese Weise kann die Bodenelektrode mitsamt
25 dem sie umhüllenden Teil 10 leicht von aussen in das Ofengefässinnere hinein entfernt werden. Da im Gegensatz zu der, der Schmelze zugewandten Stirnfläche der Bodenelektrode die Stirnfläche auf der der Auspressstempel anliegt, genau definiert ist, so kann die Auspressung
30 der Bodenelektrode aus dem Ofengefässboden 4, 4' in jedem Fall gut reproduzierbar wiederholt werden.

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Elektrischer Ofen, insbesondere Gleichstromlichtbogen-
ofen zum Schmelzen von Metallen mit einer Flüssig-
keitskühlvorrichtung für die Bodenelektrode (7a)
unterhalb des Ofengefäßsbodens (4), dadurch gekenn-
5 zeichnet, dass zwischen Ofengefäßsboden (4) und Flüssig-
keitskühlvorrichtung ein Abschirmdach (24) als Schutz
gegen eventuell durch den Ofengefäßsboden (4) hin-
durchtretendes flüssiges Metall angeordnet ist.
2. Elektrischer Ofen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeich-
10 net, dass das Abschirmdach (24) kegelstumpffartig
ausgebildet und mit einer Oeffnung versehen ist,
dass das Abschirmdach (24) nach unten offen und dass
die Bodenelektrode (7a) durch die Oeffnung des Ab-
schirmdaches (24) hindurchragt.
- 15 3. Elektrischer Ofen nach Anspruch 1 oder 2, dadurch
gekennzeichnet, dass mindestens die obere Fläche
des Abschirmdaches (24) aus feuerfestem Werkstoff
(12) besteht.
4. Elektrischer Ofen nach einem der Ansprüche 1 bis
20 3, wobei die Flüssigkeitskühlvorrichtung als Anschluss-
stück (17) ausgebildet ist, dadurch gekennzeichnet,
dass das Anschlussstück (17) als vorzugsweise aus
Kupfer bestehende Kontakthülse ausgebildet ist, welche
mit gegen die Elektrode (7a) hin geschlossenen Kühl-
25 kanälen (19) zur Flüssigkeitskühlung versehen ist.
5. Elektrischer Ofen nach Anspruch 4, dadurch gekenn-
zeichnet, dass die Kontaktflächen der Kontakthülse
vorzugsweise sich in Richtung des Ofengefäßsbodens
(4) erweitern, dass die Bodenelektrode (7a) auf den

Kontaktflächen der Kontakthülse abgestützt ist, und dass in der Stirnwand der Kontakthülse mindestens ein Durchbruch (28) vorgesehen ist.

- 5 6. Elektrischer Ofen nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass in der Bodenelektrode (7a) mindestens ein Temperaturmessfühler (29) vorgesehen ist.

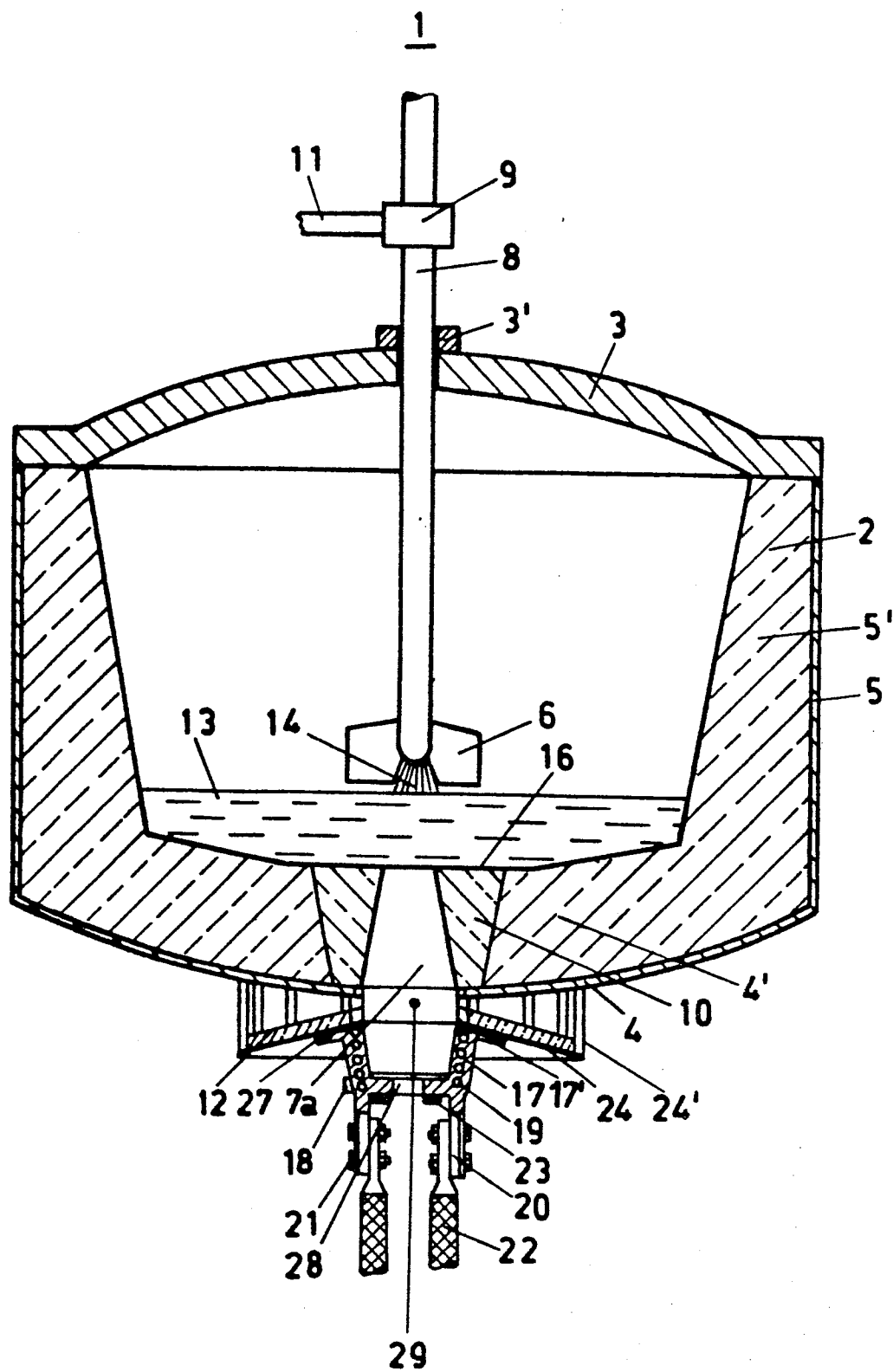


FIG.1



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0133652

Nummer der Anmeldung

EP 84 10 8021

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE					
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)		
A	EP-A-0 058 817 (M.A.N.) * Seite 5, Zeile 20 - Seite 6, Zeile 25; Figur 1 *	1	H 05 B 7/06 F 27 D 11/10		
A	DE-C- 426 584 (RÜTGERSWERKE) * Seite 2, Zeilen 9-28 *	4,5			
A	EP-A-0 031 482 (VEB EDELSTAHLWERK) * Seite 1, Zeile 25 - Seite 2, Zeile 4; Figur 1 *	6			
A	US-A-3 717 713 (SCHLIENGER)				
A	FR-A-2 381 987 (A.S.E.A.)				
A	FR-A-2 292 397 (A.S.E.A.)				
A	US-A-3 708 599 (KRAUSE)				
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.					
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 30-10-1984	Prüfer RAUSCH R.G.		
<table border="0"><tr><td>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</td><td>KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4) H 05 B F 27 D F 27 B B 22 D RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 4) H 05 B F 27 D F 27 B B 22 D</td></tr></table>				KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4) H 05 B F 27 D F 27 B B 22 D RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 4) H 05 B F 27 D F 27 B B 22 D
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4) H 05 B F 27 D F 27 B B 22 D RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 4) H 05 B F 27 D F 27 B B 22 D				